

麻酔液を用いた血流観察

— 魚類を材料とした場合の麻酔条件の検討 —

杵 淵 謙 二 郎

小・中・高校における血流観察の実験を円滑に行うために、実験材料の麻酔を考えた。そこで、魚類を材料とした場合の麻酔条件の検討を行い、あわせて、麻酔された動物が再び動き出すことが授業にどのような効果を与えるかを調べた。

その結果、麻酔液として、P-アミノ安息香酸エチルを用いれば、材料に適した作用温度・時間・濃度を工夫することにより、各種の魚類の動きを止め、血流を観察することが可能であり、また、再び麻酔から回復する過程は、児童・生徒に感動を与えることが分かった。

1. はじめに

中学校第2分野「生物の体の仕組み」では、“生物の体には、細胞に必要な物質や不用品を輸送するつくりが発達しているものがあり、高等動物では、血液やその循環が重要なはたらきをしている”ことを理解させる実験として、血液の観察がとりあげられている。また、小学校6年「ひとのからだ」でもそれをとりあげることができる。これらの観察では、カエル、メダカなどを麻酔せずに用いるため、それらが観察中に動き、観察しにくいことが指摘されている。そのため、麻酔を行い、動物の動きを止めれば、その問題は解決できると考えた。また、動物の動きを麻酔により止め、観察後、麻酔から回復し、再び動き出す瞬間は、児童・生徒に驚き・感動を与え、その結果、印象深い“生きた授業”の展開が十分期待できると予想した。なお、教材として用いられる魚類に対する麻酔条件はあまり知られていない^{1)・2)}

そこで、筆者は1時間の授業時間内で血流の観察が終了するような麻酔の条件を魚類を材料として検討を加え、それをもとに、長岡市立富曽亀小学校で実践を行ったので、それらの結果について報告する。

2. 方 法

(1) 麻酔液の作成

麻酔液のP-アミノ安息香酸エチルの飽和溶液（20℃において、水道水1ℓに0.72～0.73gとける¹⁾）を原液として、10～30倍希釈溶液を作り麻酔液として使用した。なお、40～50倍の希釈溶液は、筆者の報告（1981）¹⁾から、麻酔されるまでの所要時間が長く、または、麻酔されにくいいため、本実験では、使用しなかった。

(2) 実験材量

入手が割合に容易な点から、ヒメダカ、タイリクバラタナコ、ギンブナ、ヒブナを用いた。

(3) 実験方法

表1 P-アミノ安息香酸エチルの濃度と作用温度のちがいによる麻酔時間と回復時間及び観察のための所要時間^{*1}

材 料	温 度	希釈 倍数	麻酔時間<分> 平均値(範囲)	回復時間<分> 平均値(範囲)	調査 個体数	観察所要時間<分> 平均値(範囲)	観測所要時間 40分以上の例
ヒ	15℃	10倍	2.5(2~3)分	5.5(5~6)分	10個体	23.0(22~24)分	
		20	9.6(6~15)	1.4(1~3)	10	26.1(22~31)	
メ		30	20分以内に麻酔されぬため調査せず				
ダ	20℃	10	1.5(1~2)	7.8(3~14)	10	24.3(20~31)	
		20	10.5(3~14)	3.0(1~10)	10	28.5(19~31)	
カ		30	19 (9) ^{*2}	1	10	35	
体長19~2.9cm	25℃	10	1.8(1~3)	12.9(4~29)×(2) ^{*3}	12	33.5(19~47)	1例
体重0.1~0.2g		20	8.3(7~10)	7.5(5~11)×(2)	10	30.4(28~34)	
		30	10.0(7~19)	1.3(1~2)	10	26.3(23~35)	
タ	15℃	10	1	1.4(1~2)	10	17.4(17~18)	
イ		20	3.6(1~7)	4.7(2~9)	10	23.2(18~27)	
リ		30	10.1(7~15)	4.0(2~9)	10	29.1(24~35)	
ク	20℃	10	20倍希釈で死亡が多いため調査せず				
バタ		20	2	4.9(2~15)×(3)	10	21.9(19~32)	
ラナ		30	5.7(2~10)	3.0(2~5)	10	22.7(19~28)	
ゴ	25℃	10	20倍希釈で死亡が多いため調査せず				
体長3.1~4.4cm		20	1	2.5(2~3)×(8)	10	18.5(18~19)	
体重0.5~0.8g		30	2	4.0(2~6)×(8)	10	21.0(19~23)	
ギ	15℃	10	1.5(1~2)	12.3(1~54)	10	28.8(18~70)	2例
		20	6.5(3~13)	12.4(2~35)	10	33.8(21~63)	3例
ン		30	16.3(10~18)×(2)	1.6(1~2)	10	34.1(32~36)	
ブ	20℃	10	20倍希釈で死亡が多いため調査せず				
		20	4.5(2~6)	17.4(2~58)×(5)	10	37(20~70)	1例
ナ		30	6.4(5~9)	3.0(1~7)	10	24.4(21~27)	
体長3.5~5.0cm	25℃	10	1	4.2(3~5)×(6)	10	21.3(20~23)	
体重0.7~1.8g		20	1	8.0(1~37)	10	21.3(17~53)	1例
		30	4.8(2~6)	13.9(7~31)	10	33.7(25~50)	2例
ヒ	15℃	10	1.8(1~2)	2.0(1~3)	10	18.4(18~20)	
		20	12.4(8~15)	9.8(1~54)	10	37.2(25~81)	2例
ブ		30	16.5(15~18)	1	10	32.5(31~34)	
ナ	20℃	10	2.5(2~3)	19.2(4~47)	10	36.3(20~65)	4例
		20	10.7(8~15)	18.0(1~71)	10	44.0(26~95)	3例
		30	17.5(15~18)	6.6(1~35)	10	37.6(31~65)	2例
体長3.8~5.1cm	25℃	10	1.9(1~3)	52 ×(9)	10	67	1例
体重1.0~2.1g		20	6.5(6~7)	39(2~5)	10	25.4(24~27)	
		30	8.3(7~10)	1.9(1~3)	10	25.0(23~27)	

^{*1} 麻酔時間、回復時間及び観察時間15分を加えた総時間 ^{*2} ② 2回麻酔されず ^{*3} ×③ 3回死亡した。

表2 1時間の授業時間内で血流観察^{*}を終了するための麻酔条件及びそのための材料の適否

材 料	温度 希釈倍数	15℃			20℃			25℃			血流の観察 がしやすいか	えらぶたの動 きがよくわかるか	材料入手 の容易さ
		10	20	30	10	20	30	10	20	30			
ヒメダカ		○	○	×	○	○	×	×	×	○	△	△	○
タイリクバラタナゴ		○	○	○	×	×	○	×	×	×	○	○	△
ギンブナ		△	△	×	×	×	○	×	△	△	△	△	○
ヒブナ		○	△	○	△	△	△	×	○	○	△	△	○

（○ 良好 △やや良好 × 不適当） * 尾部を顕微鏡を用いて透過光で観察する。

一定の温度（15℃，20℃，25℃）にした恒温器の中へ，各種の濃度の麻酔液を入れた容器を置き，その容器に実験材料を入れ，動物の動きが弱くなるまでに要する時間＜麻酔時間＞を調べ，次に，その動物の大きさに合ったシャーレの中へ材料を入れ（一緒に麻酔液を少し浸る程度に入れる），15分放置（この時間を血流観察時間と考える）後，水に戻し，麻酔からさめるまでの時間＜回復時間＞を各麻酔液ごとに測定した。なお，その過程の総時間及び，血流観察の点から見た材料の適否を検討した。さらに，その結果をもとに授業実践を試みた。

3. 結果と考察

（1）1時間の授業時間内に観察が終了する観点から見た麻酔条件

観察の目的から，麻酔されない，または死亡がある個体が見られる濃度は，適当でなく，また，麻酔時間，回復時間及び観察時間15分を加えた総時間が40分以内になることが望ましいと思われる。そのような観点から動物の種ごとの結果について述べる（表1～2）。

ヒメダカ：15℃，20℃の10倍，20倍，25℃の30倍希釈が血流観察に適当と思われる。15℃，20℃の30倍希釈は，ほとんど，20分以内に麻酔されないため，また25℃の10～20倍希釈は死亡が見られるため不適当であると思われる。なお，10倍希釈の濃度では，ヒメダカの動きが少し弱くなったら，すばやく，麻酔液からシャーレの中へ移す必要がある。

タイリクバラタナゴ：15℃の10～30倍希釈と20℃の30倍希釈が適当で，25℃の場合は，すべての濃度において，回復できず死亡した個体がみられ，不適当であった。ヒメダカに比し，高い温度に弱い傾向を示した。なお，15℃の10倍希釈の場合は，タイリクバラタナゴが少し動作が鈍くなったら，すばやく麻酔液からとりだしシャーレの中へ移す必要があった。

ギンブナ：20℃の30倍希釈が最適であるが，15℃の10～20倍希釈，25℃の20～30倍希釈もそれに次いで適当である。ギンブナは麻酔されると，ヒメダカやタイリクバラタナゴなどに比し，麻酔条件が同じにもかかわらず，長い回復時間を示す型（20～60分）と短い回復時間（1～5分）を示す型に大きく二つに分けられるようである。なお，本種も，タイリクバラタナゴと同様に少し動作が鈍り，横になりそうになったら，すばやくシャーレへ移すことが大切であった。

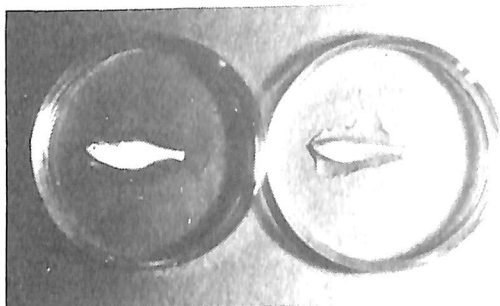


図1 観察のためシャーレに入れたタイリクバラタナゴ（左）とヒメダカ（右）

ヒブナ：15℃の10，30倍及び25℃の20～30倍希釈が適当である。15℃の20倍，20℃の10～20倍希釈がこれにつぐ。麻酔された場合，ヒブナは，ギンブナの場合と同様に，回復時間に二つの型が見られた。15，20℃の10倍希釈の場合，回復を確実にするために，ヒブナの動作が少し弱くなったら，すばやくシャーレの中へ移す必要があった。

(2) 尾部を用いた血流観察のための材料の適否（顕微鏡観察の場合）

表2より，入手可能なら，えらぶたの動きがよくわかるタイリクバラタナゴがよいと思われる。ヒメダカは小さく扱いにくく，ヒブナは橙色色素が尾びれに見られることが多い。また，ギンブナの場合は，麻酔からの回復所要時間が長い個体が時々みられる。以上のように，観察材料としての適否がある。

(3) 授業実践

材料を麻酔し，図1のようにして顕微鏡で50～150倍で観察した場合の授業実践を報告する³⁾。
一生きかえったぞ，魔法の水だ！

6年「ひとのからだ」で魚の血流を観察することになった。この单元では，食べ物がだ液の働きで糖になり体に運ばれていくことを理解させることが一つのねらいである。しかし，一般には，直接観察できないために教師の説明や映画で終わってしまいがちである。「食べ物が栄養となって，血液となって，体のすみずみまで運ばれている」イメージを補強するためには，小学校でも魚などによる血液の観察が有効である。ここでは，P-アミノ安息香酸エチルを使った簡易麻酔法によるタナゴの尾びれを子ども自身で観察させた。その時の様子を一部紹介する。この方法により，児童に感動を与えたと言える。

C₁ 見える？ 私にも見せてよ。

C₂ ほんとだ。何かが流れている。ものすごい速さだでも，水みたいで赤くないね。

C₁ 速いところと遅いところがあるみたい。オレンジ色かな。……あれ，ぼやけてへんになったぞ。シャーレが動いた。直さなければ……。

C₂ もう一回見せて！ 流れが上へ行くのと下へ行くのとあるんだね。

C₁ タナゴ大丈夫かな……えらの動きが元気ないよ。先生はよいようなこと言ったけど……。

C₂ 早く，ビーカーの水にもどしてやろう……。のびているみたいよ。でも，口が少し動いているから……（2,3分じっとみつめる）

C だんだん元気になった。しっぽも動かしてきた。それがんばれ！ 泳いだ。泳いだ。

C やったー！ やっぱ魔法の水だ！

4. おわりに

以上のことから，麻酔を用いて麻酔条件（材料による作用温度・濃度）を工夫することにより，各種魚類の動きを止め，血流を観察（1校時内の）をすることが可能であり，その動物が再び動き始める瞬間は児童・生徒に感動を与えるものと言える。今後，両生類の場合の1時間の授業時間内で血流観察を終了するための麻酔条件を検討したい。

参考文献

- 1) 杵淵謙二郎：下等脊椎動物に対するP-アミノ安息香酸エチルの麻酔効果。県立教育センター研究報告，(49)49～52（1981）
- 2) 杵淵謙二郎：下等脊椎動物に対するMS-222の麻酔効果。県立教育センター研究報告，(54)51～54（1982）
- 3) 塩浦・山田・石口：継続観察の意欲化を目指した理科指導。県立教育センター実践研究集録，第20集，理科（小学校）編，31～50（1983）